

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-124343  
 (43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.CI. G06F 11/28  
 G06F 9/44  
 G06F 17/00

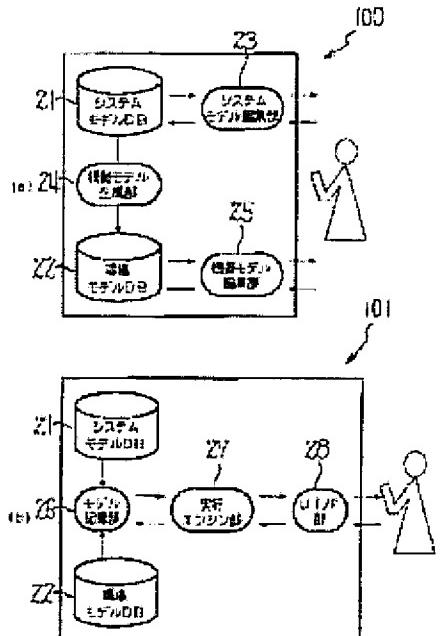
(21)Application number : 08-273339 (71)Applicant : RICOH CO LTD  
 (22)Date of filing : 16.10.1996 (72)Inventor : ODA TOSHIHIKO

## (54) DEVICE AND METHOD FOR SIMULATING MODEL, DEVICE AND METHOD FOR PREPARING MODEL, AND INFORMATION STORAGE MEDIUM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to test software without requiring any hardware of a real machine by allowing object states corresponding to the same substance between a system analytical model corresponding to the software of the real machine and an environment simulating model corresponding to its hardware to synchronously transit.

**SOLUTION:** The system analytical model obtained by object-directionally analyzing the software of the real machine together with a directly relational substance part and the environment simulating model obtained by object-directionally analyzing the external environment of the software of the real machine are stored in a system storing means 21 and an environment storing means 22. In this case, objects corresponding to the same substance are included in the system analytical model and the environment simulating model, and when a model driving means 27 inputs a prescribed event to these objects and simultaneously generates mutually corresponding status transition, the action of the system analytical model corresponding to the event input is outputted from a result output means 28 as data.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-124343

(43)公開日 平成10年(1998)5月15日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 06 F 11/28	3 4 0	G 06 F 11/28
9/44	5 3 0	9/44
17/00		15/20

審査請求 未請求 請求項の数22 O.L (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平8-273339

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(22)出願日 平成8年(1996)10月16日

(72)発明者 小田 利彦

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

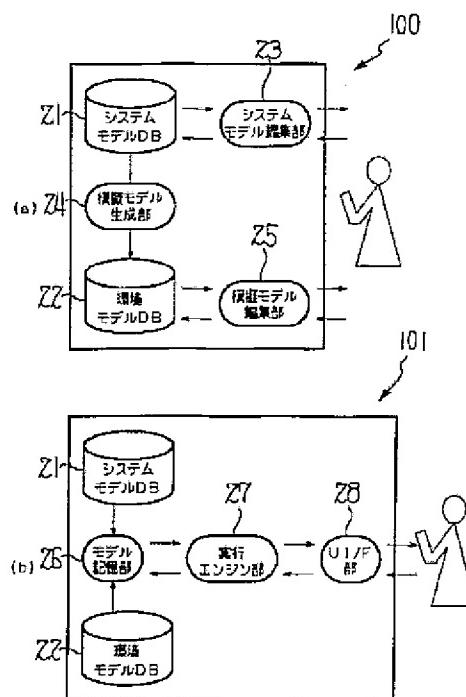
(74)代理人 弁理士 柏木 明 (外1名)

(54)【発明の名称】 モデルシミュレート装置および方法、モデル作成装置および方法、情報記憶媒体

(57)【要約】

【課題】 実機のソフトウェアをハードウェアが無い状態でテストできるようにする。

【解決手段】 実機のソフトウェアを直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析してシステム分析モデルを作成し、実機のソフトウェアの外部環境の少なくとも実体の部分をオブジェクト指向分析して環境模擬モデルを作成し、これらのモデルの同一の実体に対応したオブジェクトの両方にイベントを入力して双方の状態を同期して遷移させ、このイベント入力に対応したシステム分析モデルの挙動をデータ出力する。実機のハードウェアの役割を環境模擬モデルで実現しているので、実機のハードウェアを要することなくソフトウェアをテストすることができ、実機の開発期間を短縮するようことができる。



概。

【請求項 7】 実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルを記憶するシステム記憶手段と、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルを記憶する環境記憶手段と、前記システム分析モデルと前記環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させるモデル駆動手段と、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力する結果出力手段と、を行することを特徴とするモデルシミュレート装置。

10

【請求項 8】 環境模擬モデルは、システム分析モデルの実体対応のオブジェクトを個々に継承したサブクラスのオブジェクトを有することを特徴とする請求項 1 記載のモデルシミュレート装置。

【請求項 3】 環境模擬モデルは、自身とシステム分析モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベントを発生するオブジェクトを有し、モデル駆動手段は、前記環境模擬モデルの特定のオブジェクトが発生するイベントを前記システム分析モデルと前記環境模擬モデルとの所定のオブジェクトに入力をすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のモデルシミュレート装置。

【請求項 4】 システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを実機での故障等の統計的情報に基づいたタイミングで発生するオブジェクトを、前記環境模擬モデルは有することを特徴とする請求項 3 記載のモデルシミュレート装置。

【請求項 5】 各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを前記データ入力手段の入力操作に対応して発生するオブジェクトを、環境模擬モデルは有することを特徴とする請求項 3 記載のモデルシミュレート装置。

【請求項 6】 システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のオブジェクトを有し、これらのオブジェクトに連鎖した状態遷移を順次発生させるイベントを発生するオブジェクトを、環境模擬モデルは有することを特徴とする請求項 3 記載のモデルシミュレート装置。

10

【請求項 7】 実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルとに対し、同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させ、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力させるようにしたことを特徴とするモデルシミュレート方法。

【請求項 8】 実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルがデータ入力されるモデル入力手段と、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部を前記システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するモデル生成手段と、を行することを特徴とするモデル作成装置。

20

【請求項 9】 モデル生成手段は、システム分析モデルから実体対応のオブジェクトを抽出し、そのオブジェクトを個々に継承したサブクラスのオブジェクトを環境模擬モデルに生成することを特徴とする請求項 8 記載のモデル作成装置。

【請求項 10】 システム分析モデルは、実機の全体的な意向や目的に対応した最上層と、実機の複数の実体に個々に対応した最下層と、前記最上層と最下層との中間に中間層とを有し、モデル生成手段は、前記システム分析モデルの少なくとも最下層の全部のオブジェクトを抽出することを特徴とする請求項 9 記載のモデル作成装置。

30

【請求項 11】 各種データを表示出力するデータ出力手段を設け、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、モデル生成手段は、システム分析モデルの最上層と中間層とのオブジェクトを表示出力させてから入力操作に対応して一部を抽出することを特徴とする請求項 10 記載のモデル作成装置。

【請求項 12】 実機の各種データを関連させて記憶したデータ記憶手段を設け、各種データを表示出力するデータ出力手段を設け、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、モデル生成手段は、システム分析モデルのオブジェクトの実体に関連する記憶データを前記データ記憶手段から検出して表示出力させ、この表示データに対する入力操作に対応して環境模擬モデルにオブジェクトを生成することを特徴とする請求項 8 記載のモデル作成装置。

【請求項 13】 モデル生成手段は、環境模擬モデルに生成したオブジェクトに関連する所定データを抽出して表示出力させてから入力操作に対応して前記環境模擬モデルにオブジェクトを生成することを繰り返すことを特

50

徴とする請求項1-2記載のモデル作成装置。

【請求項14】 モデル生成手段は、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベントを発生するオブジェクトを所定条件に従って前記環境模擬モデルに生成することを特徴とする請求項8記載のモデル作成装置。

【請求項15】 システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングで発生するオブジェクトを、モデル生成手段は前記環境模擬モデルに生成することを特徴とする請求項1-4記載のモデル作成装置。

【請求項16】 システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを所定データの外部入力に対応して発生するオブジェクトを、モデル生成手段は前記環境模擬モデルに生成することを特徴とする請求項1-4記載のモデル作成装置。

【請求項17】 システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のオブジェクトを有し、これらのオブジェクトに連鎖した状態遷移を順次発生させるイベントを発生するオブジェクトを、モデル生成手段は前記環境模擬モデルに生成することを特徴とする請求項1-4記載のモデル作成装置。

【請求項18】 実機のソフトウェアを直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析してシステム分析モデルを作成し、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部を前記システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するようにしたことを特徴とするモデル作成方法。

【請求項19】 実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルを用意し、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部を前記システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するようにしたことを特徴とするモデル作成方法。

【請求項20】 実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルのソフトウェアと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルのソフトウェアと、前記システム分析モデルと前記

環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させるためのプログラムと、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力させるためのプログラムと、が記録されていることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項21】 実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルのソフトウェアと、実機の

10 ソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルのソフトウェアとに対し、同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させること、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力させること、をコンピュータに実行させるためのプログラムが記録されていることを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項22】 実機の外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルのソフトウェアの少なくとも一部を、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成することを、コンピュータに実行させるためのプログラムが記録されていることを特徴とする情報記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、モデルシミュレート装置および方法、モデル作成装置および方法、情報記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在、多機能複写機のように、ハードウェアとソフトウェアとを有する機器を開発する場合、ハードウェアとソフトウェアとを並行して開発することが多い。その場合、必然的にハードウェアが存在しない状態でソフトウェアを開発することになるので、そのソフトウェアの動作を実際のハードウェアで検証することはできない。

40 【0003】 このため、ソフトウェアを開発する場合には、実機のソフトウェアを直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析してシステム分析モデルを生成し、このシステム分析モデルのシミュレーションによりソフトウェアをテストしている。このようにオブジェクト指向分析によりシミュレーションを行なうことは、例えば、特開平6-52143号公報や特開平7-84832号公報に記載されており、CASE(Computer Aided Software Engineering)ツールなるソフトウェアとして商品化もされている。

50 【0004】

【発明が解決しようとする課題】実機のソフトウェアからシステム分析モデルを生成すれば、ハードウェアが存在しなくともソフトウェアをテストすることができる。

【0005】しかし、実機に発生する様々な事象をシステム分析モデルで的確にテストすることは困難であり、最終的にソフトウェアをハードウェアに実装してテストすることが必要となっている。例えば、実機を製品として販売した場合、一般ユーザによる誤操作、経時変化による性能劣化、製造誤差による性能格差、等の不具合を避けがたいので、これらの不具合に対するソフトウェアの対応をテストしておく必要があるが、このような不具合が発生した状態をシステム分析モデルで的確にテストすることは困難である。

【0006】また、現在では上述のような不具合をソフトウェアにより補償することが要望されているが、このようなソフトウェアを、システム分析モデルのシミュレートだけで開発することは困難である。このため、実際にはハードウェアを作成してからソフトウェアを実装し、エラー&テストの長期テストを繰り返してソフトウェアを徐々に完成するようにしている。

【0007】このため、ソフトウェアの開発の負担が大きく時間を要しており、ハードウェアが作成されてからソフトウェアの長期テストを実行するので、実機の開発期間を短縮することができない。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明のモデルシミュレート装置は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルを記憶するシステム記憶手段と、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルを記憶する環境記憶手段と、前記システム分析モデルと前記環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させるモデル駆動手段と、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力する結果出力手段とを有する。従って、実機のソフトウェアを直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析したシステム分析モデルと、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析した環境模擬モデルとが、システム記憶手段と環境記憶手段とに記憶されている。この場合、システム分析モデルと環境模擬モデルとには同一の実体に対応したオブジェクトが存在しており、これらのオブジェクトにモデル駆動手段が所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させると、このイベント入力に対応したシステム分析モデルの挙動を結果出力手段によりデータ出力する。この出力データは、実機のソフトウェアに外部環境に関連して発生した所定の状態に対応しているので、ソフトウェアの

外部環境と関連した挙動が観察される。なお、本発明で云うオブジェクトの状態遷移の同期は、システム分析モデルと環境模擬モデルとのシミュレーションにおける仮想時間での同期であり、二つのオブジェクトの状態遷移のデータ処理が実際に同時に実行されることを意味しない。また、本発明で云う実機の実体とは、実際に実機に存在する物体を示し、例えば、実機が多機能複写機の場合、用紙センサや駆動モータ等のハードウェアの他、印刷用紙やトナー等の消費材等も含まれる。

10 【0009】請求項2記載の発明は、請求項1記載のモデルシミュレート装置であって、環境模擬モデルは、システム分析モデルの実体対応のオブジェクトを個々に継承したサブクラスのオブジェクトを行する。従って、環境模擬モデルがシステム分析モデルと同一の実体に対応したオブジェクトを有することになる。

【0010】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載のモデルシミュレート装置であって、環境模擬モデルは、自身とシステム分析モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベントを

20 発生するオブジェクトを行し、モデル駆動手段は、前記環境模擬モデルの特定のオブジェクトが発生するイベントを前記システム分析モデルと前記環境模擬モデルとの所定のオブジェクトに入力する。従って、システム分析モデルと環境模擬モデルとのオブジェクトに状態遷移を同期して発生させるイベントを、モデル駆動手段は環境模擬モデルの特定のオブジェクトにより発生させる。

【0011】請求項4記載の発明は、請求項3記載のモデルシミュレート装置であって、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態

30 遷移するオブジェクトとして、実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングで発生するオブジェクトを、前記環境模擬モデルは有する。従って、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトが、実機での故障等の状態に実機での故障率等に基づいたタイミングで遷移するので、実機での実際の故障の状況がシステム分析モデルと環境模擬モデルとに発生する。

40 【0012】請求項5記載の発明は、請求項3記載のモデルシミュレート装置であって、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移するオブジェクトを行し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを前記データ入力手段の入力操作に対応して発生するオブジェクトを、環境模擬モデルは有する。従って、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に50 対応したオブジェクトは、データ入力手段に入力操作が

実行されると、これに対応して所定の入力操作が実行された状態に遷移するので、実機での実際の調操作等の状況がシステム分析モデルと環境模擬モデルとに発生する。

【0013】請求項6記載の発明は、請求項3記載のモデルシミュレート装置であって、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のオブジェクトを有し、これらのオブジェクトに状態遷移を順次発生させるイベントを発生するオブジェクトを、環境模擬モデルは有する。従って、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトが、実機での連鎖した一連の動作の状態に順次遷移するので、実機の一連の動作が連鎖して発生した状況がシステム分析モデルと環境模擬モデルとに発生する。

【0014】請求項7記載の発明のモデルシミュレート方法は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルとに対し、同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させ、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力させるようにした。従って、この出力データは、実機のソフトウェアに外部環境に関連して発生した所定の状態に対応しているので、ソフトウェアの外部環境と関連した挙動が観察される。

【0015】請求項8記載の発明のモデル作成装置は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルがデータ入力されるモデル入力手段と、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部を前記システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するモデル生成手段とを行する。従って、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルがモデル入力手段にデータ入力されると、モデル生成手段は、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルの少なくとも一部を、システム分析モデルに対応して生成する。このように生成される環境模擬モデルは、システム分析モデルと同一の実体に対応したオブジェクトを有することになり、システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトの全部が環境模擬モデルに継承される。

【0016】請求項9記載の発明は、請求項8記載のモデル作成装置であって、モデル生成手段は、システム分

析モデルから実体対応のオブジェクトを抽出し、そのオブジェクトを個々に継承したサブクラスのオブジェクトを環境模擬モデルに生成する。従って、モデル生成手段によりシステム分析モデルから実体対応のオブジェクトが抽出され、このオブジェクトを個々に継承したサブクラスのオブジェクトが環境模擬モデルに生成されるので、この環境模擬モデルにシステム分析モデルの実体に対応したオブジェクトの全部が継承される。

【0017】請求項10記載の発明は、請求項9記載のモデル作成装置であって、システム分析モデルは、実機の全体的な意向や目的に対応した最上層と、実機の複数の実体に個々に対応した最下層と、前記最上層と最下層との中間に中間層とを有し、モデル生成手段は、前記システム分析モデルの少なくとも最下層の全部のオブジェクトを抽出する。従って、システム分析モデルの一般的な三層構造に基づいて実体に対応したオブジェクトが確実に抽出される。

【0018】請求項11記載の発明は、請求項10記載のモデル作成装置であって、各種データを表示出力するデータ出力手段を設け、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、モデル生成手段は、システム分析モデルの最上層と中間層とのオブジェクトを表示出力させてから入力操作に対応して一部を抽出する。従って、システム分析モデルの最上層と中間層とにも実体に対応したオブジェクトが存在する場合があるが、最上層と中間層との全部のオブジェクトが表示出力されるので、ユーザが所望により実体に対応したオブジェクトを入力操作により選択すれば、このオブジェクトが抽出されて環境模擬モデルに継承される。

【0019】請求項12記載の発明は、請求項8記載のモデル作成装置であって、実機の各種データを関連させて記憶したデータ記憶手段を設け、各種データを表示出力するデータ出力手段を設け、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、モデル生成手段は、システム分析モデルのオブジェクトの実体に関連する記憶データを前記データ記憶手段から検出して表示出力させ、この表示データに対する入力操作に対応して環境模擬モデルにオブジェクトを生成する。従って、データ記憶手段には実機の各種データが関連させて記憶されており、ここからシステム分析モデルのオブジェクトの実体に関連する記憶データが検出されて表示出力され、この表示データに対する入力操作に対応して環境模擬モデルにオブジェクトが生成されるので、この環境模擬モデルには実機の各種データに基づいて適正なオブジェクトが生成される。なお、本発明で云う実機の各種データは、実機でのソフトウェアの外部環境の表現に有効なデータであり、専用データとして作成することも可能であるが、部品リストや消耗品リスト等の既存のデータ群を利用することも可能である。

【0020】請求項13記載の発明は、請求項12記載

のモデル作成装置であって、モデル生成手段は、環境模擬モデルに生成したオブジェクトに関連する所定データを抽出して表示出力させてから入力操作に対応して前記環境模擬モデルにオブジェクトを生成することを繰り返す。従って、環境模擬モデルのオブジェクトがデータ記憶手段の順次関連する記憶データに基づいて順次生成されるので、環境模擬モデルの関連する多数のオブジェクトが実機の各種データに基づいて適正に生成される。

【0021】請求項1-4記載の発明は、請求項8記載のモデル作成装置であって、モデル生成手段は、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベントを発生するオブジェクトを所定条件に従って前記環境模擬モデルに生成する。従って、このように環境模擬モデルに生成されるオブジェクトは所定のイベントを発生し、このイベントはシステム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを所定の状態に遷移させる。

【0022】請求項1-5記載の発明は、請求項1-4記載のモデル作成装置であって、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングで発生するオブジェクトを、モデル生成手段は前記環境模擬モデルに生成する。従って、このように環境模擬モデルに生成されるオブジェクトは、実機での故障率等に基づいたタイミングでイベントを発生し、このイベントはシステム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを、実機での故障等の状態に遷移させる。

【0023】請求項1-6記載の発明は、請求項1-4記載のモデル作成装置であって、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを所定データの外部入力に対応して発生するオブジェクトを、モデル生成手段は前記環境模擬モデルに生成する。従って、このように環境模擬モデルに生成されるオブジェクトは、所定データが外部入力されるとイベントを発生し、このイベントはシステム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移させる。

【0024】請求項1-7記載の発明は、請求項1-4記載のモデル作成装置であって、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のオブジェクトを有

し、これらのオブジェクトに連鎖した状態遷移を順次発生させるイベントを発生するオブジェクトを、モデル生成手段は前記環境模擬モデルに生成する。従って、このように環境模擬モデルに生成されるオブジェクトは所定のイベントを発生し、このイベントはシステム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを、実機での連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する。

【0025】請求項1-8記載の発明のモデル作成方法10は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析してシステム分析モデルを作成し、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部を前記システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するようにした。従って、このように生成される環境模擬モデルは、システム分析モデルと同一の実体に対応したオブジェクトを有することになり、システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトの全部が環境模擬モデルに継承される。

【0026】請求項1-9記載の発明のモデル作成方法20は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルを用意し、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部を前記システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するようにした。従って、このように生成される環境模擬モデルは、システム分析モデルと同一の実体に対応したオブジェクトを有することになり、システム分析モデルの実体に対応したオブジェクトの全部が環境模擬モデルに継承される。

【0027】請求項2-0記載の発明の情報記憶媒体は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルのソフトウェアと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルのソフトウェアと、前記システム分析モデルと前記環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させるためのプログラムと、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力させるためのプログラムと、が記録されている。従って、このソフトウェアをコンピュータが読み取って対応する動作を実行すると、このコンピュータはモデルシミュレート装置として機能することができる。その場合、実機のソフトウェアに対応したシステム分析モデルと、実機のソフトウェアの外部環境に対応した環境模擬モデルとに對し、同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントが入力されて相互に対応した状

態遷移が同期して発生され、このイベント入力に対応した少なくともシステム分析モデルの挙動がデータ出力される。この出力データは、実機のソフトウェアに外部環境に関連して発生した所定の状態に対応しているので、実機のソフトウェアの外部環境と関連した挙動が観察される。

【0028】請求項21記載の発明の情報記憶媒体は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルのソフトウェアと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルのソフトウェアとに対し、同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させること、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力させること、をコンピュータに実行させるためのプログラムが記録されている。従って、このプログラムをコンピュータが読み取って対応する動作を実行すると、このコンピュータはモデルシミュレート装置として機能することができる。このようなモデルシミュレート装置にシステム分析モデルと環境模擬モデルとのソフトウェアを提供すれば、これらのモデルの同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントが入力されて相互に対応した状態遷移が同期して発生され、このイベント入力に対応した少なくともシステム分析モデルの挙動がデータ出力される。この出力データは、実機のソフトウェアに外部環境に関連して発生した所定の状態に対応しているので、実機のソフトウェアの外部環境と関連した挙動が観察される。

【0029】請求項22記載の発明の情報記憶媒体は、実機の外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルのソフトウェアの少なくとも一部を、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成することを、コンピュータに実行させるためのプログラムが記録されている。従って、このプログラムをコンピュータが読み取って対応する動作を実行すると、このコンピュータはモデル作成装置として機能することができる。このようなモデル作成装置にシステム分析モデルのソフトウェアを提供すれば、このシステム分析モデルの状態に対応したオブジェクトに基づいて環境模擬モデルの少なくとも一部が生成されるので、このように生成される環境模擬モデルは、システム分析モデルと同一の実体に対応したオブジェクトを有することになる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態を図面に基づいて以下に説明する。まず、本実施の形態のモデル作成装置100およびモデルシミュレート装置101は一

体化されており、そのハードウェアとしては、データ処理装置である一個のコンピュータシステム1が利用されている。

【0031】このコンピュータシステム1は、図2および図3に示すように、コンピュータの主体としてCPU(Central Processing Unit)2を有しており、このCPU2には、バスライン3により、ROM(Read Only Memory)4、RAM(Random Access Memory)5、HDD(Hard Disc Drive)6、FD(Floppy Disc)7が装填される。FDD(FD Drive)8、CD(Compact Disc)-ROM9が装填されるCD-ROMドライブ10、マウス11が接続されたキーボード12、ディスプレイ13、通信I/F(Interface)14、マイクロフォン15、スピーカ16、等が接続されている。

【0032】このようなコンピュータシステム1は、各種データの外部入力を受け付けるデータ入力デバイスとして、前記ドライブ8、9、前記マウス11および前記キーボード12、前記通信I/F14、前記マイクロフォン15、等を有しており、特に、前記マウス11、前記キーボード12、前記マイクロフォン15は、各種データのリアルタイムの入力操作を受け付けるデータ入力手段として設けられている。各種データの外部出力を実行するデータ出力デバイスとしては、前記FDD8、前記ディスプレイ13、前記通信I/F14、前記スピーカ16、等を有しており、特に、前記ディスプレイ13と前記スピーカ16は、各種データを報知出力するデータ出力手段として設けられている。

【0033】また、各種データを一時記憶するデータ記憶デバイスとして、前記RAM5、前記HDD6、前記FDD7、等を有しており、予め記録されたソフトウェアを前記CPU2に提供できる情報記憶媒体としては、前記ROM4、前記RAM5、前記HDD6、前記FDD7、前記CD-ROM9、等を有している。なお、これらのディスク7、9は、コンピュータシステム1に固定的に設けられておらず、単体で取り扱える交換自在な情報記憶媒体として設けられている。

【0034】本実施の形態のコンピュータシステム1は、前記CPU2に各種の処理動作を実行させるための制御プログラムがソフトウェアとして予め設定されており、このような制御プログラムは、例えば、前記CD-ROM9に予め記録されている。このようなソフトウェアは前記HDD6(図示せず)に予めインストールされており、前記コンピュータシステム1の起動時に前記RAM5に複写されて前記CPU2に読み取られる。

【0035】本実施の形態のコンピュータシステム1は、モデル作成装置100およびモデルシミュレート装置101として機能するため、これらの装置100、101に個々に対応したモデル作成プログラムとモデルシミュレートプログラムとが設定されている。これらのプログラムを前記CPU2が読み取って対応するデータ処

理を実行することにより、各種機能が各種手段として実現されるので、このコンピュータシステム1がモデルシミュレート装置101およびモデル作成装置100として機能する。

【0036】本実施の形態のモデル作成装置100は、上述のような各種手段として、図1(a)に示すように、システム記憶手段であるシステムモデルDB(Data Base)21、環境記憶手段である環境モデルDB22、システム編集手段であるシステムモデル編集部23、モデル生成手段である模擬モデル生成部24、やはりモデル生成手段である模擬モデル編集部25、等を有している。

【0037】一方、本実施の形態のモデルシミュレート装置101は、図1(b)に示すように、二つの前記モデルDB21、22、モデル記憶手段であるモデル記憶部26、モデル駆動手段である実行エンジン部27、結果出力手段やデータ入力手段およびデータ出力手段として機能するユーザI/F部28、等を有している。

【0038】上述のように、二つの前記モデルDB21、22は、モデル作成装置100とモデルシミュレート装置101とで共用されており、ここでは前記RAM5の所定の記憶領域に形成されている。前記システムモデルDB21には、システム分析モデル31のソフトウェアがデータファイルとして記録され、前記環境モデルDB22には、環境模擬モデル32のソフトウェアがデータファイルとして記録される。

【0039】前記システム分析モデル31は、図4に示すように、実機のソフトウェアを直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化したものであり、ここでは実機として複写機の給紙部を想定している。実体とは実機に実際に存在する物体を意味しており、例えば、駆動モータや用紙センサ等のデバイスの他、印刷用紙やトナー等の消費材も含まれる。前記環境模擬モデル32は、実機である多機能複写機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化したものであり、その一部のオブジェクトは前記システム分析モデル31の実体に対応したオブジェクトから継承されている。

【0040】なお、ここではオブジェクト指向分析の手法としてシェラー&メラー法が採用されているので、前記モデル31、32は、オブジェクトモデルと状態モデルとプロセスモデルとを有している。オブジェクトモデルは、分析対象の実機の実体をオブジェクトとして定義したモデルであり、状態モデルは、オブジェクトの状態遷移を表現したモデルであり、プロセスモデルは、オブジェクトのアクションをデータフローにより表現したモデルである。

【0041】例えば、前述のように実体が複写機の給紙部の場合、図4に示すように、前記システム分析モデル31には印刷用紙(シート)やシートアラームのオブジ

エクトが存在する。印刷用紙の状態は給紙位置やジャム等に遷移するので、図13に示すように、これに対応した状態モデルが印刷用紙のオブジェクトに定義されている。同様にシートアラームはシートの検知に関連する各種状態に遷移するので、図14に示すように、これに対応した状態モデルがシートアラームのオブジェクトに定義されている。

【0042】また、前記モデル31、32は、三層構造に形成されており、その最上層はアクター層、中間層はエージェント層、最下層は仮想デバイス層、と呼称される。アクター層には、実機の全体的な意向や目的に対応したオブジェクトが存在しており、仮想デバイス層には、実機の複数の実体に個々に対応したオブジェクトが存在しており、エージェント層には、アクター層と仮想デバイス層とを中継するオブジェクトが存在している。

【0043】このようなオブジェクトのうち、多機能複写機の駆動モータや印刷用紙のような、実体に対応したものはエンティティオブジェクトと呼称される。仮想デバイス層のオブジェクトは、全部がエンティティオブジェクトであり、エージェント層とアクター層には、エンティティオブジェクトは存在する場合と存在しない場合がある。

【0044】各オブジェクトには、属性とメソッドとが設定されており、属性には、対応する実体や存在する層等の情報が設定されている。各オブジェクトは、状態を有しており、この状態はイベントの入力により遷移する。イベントは、外部からオブジェクトに入力する他、あるオブジェクトに発生させて他のオブジェクトに入力させることもできる。

【0045】つまり、前記モデル31、32の仮想デバイス層には、相互に対応するエンティティオブジェクトが存在し、前記システム分析モデル31のエージェント層とアクター層とには、実機のソフトウェアや実体に対応したオブジェクトが順次リンクされて配置されている。しかし、前記環境模擬モデル32のエージェント層とアクター層とには、前記システム分析モデル31に対応したエンティティオブジェクトの他、所定のイベントを発生するイベント発生オブジェクトが配置されている。

【0046】ここで、モデル作成装置100の各部を以下に順次説明する。まず、前記分析モデル編集部23は、前記RAM5のプログラムに対応した前記CPU2の所定のデータ処理により、前記システム分析モデル31を生成して前記システムモデルDB21に格納する。より詳細には、前記RAM5には、ユーザのオブジェクト指向分析によるモデル作成を支援するためのプログラムが設定されており、ユーザが前記ディスプレイ13の表示データを確認しながら前記キーボード12を手動操作すると、前記CPU2のデータ処理により前記システム分析モデル31が作成される。

15

【0047】前記模擬モデル生成部24は、前記RAM5のプログラムに対応した前記CPU2の所定のデータ処理により、モデル入力手段として前記システムモデルDB21から前記システム分析モデル31を取り込み、前記環境模擬モデル32の少なくとも一部を生成して前記環境モデルDB22に格納する。より詳細には、前記システム分析モデル31の仮想デバイス層の全部のオブジェクトを抽出し、そのサブクラスを各々定義して前記環境模擬モデル32の仮想デバイス層のオブジェクトを生成する。なお、このように前記システム分析モデル31から前記環境模擬モデル32にオブジェクトが継承される際、そのプロセスマodelは破棄されて継承されない。

【0048】前記模擬モデル編集部25は、前記RAM5のプログラムに対応した前記CPU2の所定のデータ処理により、前記環境模擬モデル32の作成に関連した各種情報を前記ディスプレイ13に表示出力し、前記キーボード12の入力操作に対応して前記環境模擬モデル32を作成する。つまり、この環境模擬モデル32の前記模擬モデル生成部24により仮想デバイス層が自動的に形成されているので、前記環境模擬モデル32のエージェント層とアクター層とを形成するユーザの作業を前記模擬モデル編集部25は支援する。

【0049】より詳細には、前記システム分析モデル31のアクター層とエージェント層との全部のオブジェクトを抽出し、その属性の情報とともに前記ディスプレイ13により表示出力させる。この属性の情報によりユーザは実体に対応するオブジェクトを識別できるので、このようなオブジェクトを前記キーボード12の入力操作により選択し、属する層や関連するオブジェクトを指定すると、これに対応して前記環境模擬モデル32にサブクラスのオブジェクトが生成される。

【0050】また、前記模擬モデル編集部25は、データ記憶手段である実機情報DB(図示せず)を有しており、この実機情報DBには、実機の各種データが関連させて記憶されている。そして、前記模擬モデル編集部25は、システム分析モデル31のオブジェクトの実体に関連する記憶データを実機情報DBから検出して前記ディスプレイ13に表示出力させ、この表示データに対する前記キーボード12の入力操作に対応して前記環境模擬モデル32にオブジェクトを生成する。

【0051】ここで云う実機の各種データは、実機でのソフトウェアの外部環境の特定に有効なデータであり、例えば、部品リストや消耗品リスト等の既存のデータである。そこにトナーセンサと印刷トナーとが関連して格納されている場合、実体であるトナーセンサのオブジェクトは前記環境模擬モデル32の仮想デバイス層に自動的に設定されているので、これに関連した記録データとして印刷トナーが前記ディスプレイ13に表示出力される。この表示データを前記キーボード12の入力操作に

16

より選択して属する層を指定すると、この印刷トナーのオブジェクトがトナーセンサのオブジェクトに自動的にリンクされて前記環境模擬モデル32に生成される。

【0052】なお、上述のように自動的に設定されたオブジェクトに基づいて前記実機情報DBの記録データから前記環境模擬モデル32のオブジェクトが生成されると、この一次オブジェクトに関連した記録データが前記実機情報DBから再度読み出されて上述した動作が繰り返されるので、図6に示すように、前記環境模擬モデル32にはn次までオブジェクトが順次生成される。なお、このように各種データの相互関係に基づいてオブジェクトを順次生成する場合には、入力系のオブジェクトと出力系のオブジェクトとが最終的にリンクする関係が形成される。

【0053】上述のようにして前記環境模擬モデル32にエンティティオブジェクトが設定されると、前記モデル31、32の対応するエンティティオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベントを発生するオブジェクトが、前記模擬モデル編集部25により前記環境模擬モデル32に生成される。なお、このオブジェクトの生成も自動的には実行されず、ユーザの作業を支援する形態で実行される。

【0054】まず、前記モデル31、32の実体が同一のエンティティオブジェクトは、必然的に同一の状態に遷移することができるが、そこには実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するオブジェクトがある。そこで、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを、実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングで発生するオブジェクトを、前記模擬モデル編集部25は前記前記環境模擬モデル32に生成する。

【0055】例えば、実体である駆動モータに対応したエンティティオブジェクトは、故障の状態に遷移することができる。製造メーカでは駆動モータの故障率が統計的情報として判明しているので、図7および図8に示すように、これに対応したタイミングでイベントを発生する故障のイベント発生オブジェクトを生成し、これを駆動モータのエンティティオブジェクトにリンクさせる。

【0056】なお、図7にはオブジェクトモデル、図8には状態モデルを示しており、これらのモデルによりイベント発生オブジェクトは定義される。また、イベント発生オブジェクトにリンクされたタイマには、故障率等の統計的情報に基づいたタイミングが設定され、その時間間隔は前記モデル31、32の各部と同期しているが、あくまでシミュレーションでの仮想時間なので現実時間と一致している必要はない。

【0057】また、前記モデル31、32のエンティティオブジェクトには、所定の入力操作が実行された状態等に遷移するオブジェクトもある。そこで、このようなオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを、所定データの外部入力に対応して発生するオブジェクトも、

前記模擬モデル編集部25は前記環境模擬モデル32に生成する。

【0058】例えば、実体であるドアに対応したエンティティオブジェクトは、開放の状態に遷移することができる。このようなドアの開放は、一般ユーザにより任意のタイミングで実行されるので、図9および図10に示すように、ここでは前記キーボード12による所定のデータ入力に対応してイベントを発生する開放のイベント発生オブジェクトを生成し、これをドアのエンティティオブジェクトにリンクさせる。

【0059】さらに、前記モデル31、32のエンティティオブジェクトには、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のオブジェクトもある。そこで、これらのオブジェクトに状態遷移を順次発生させるイベントを発生するオブジェクトも、前記模擬モデル編集部25は前記環境模擬モデル32に生成する。

【0060】例えば、印刷用紙の搬送に関連した複数のエンティティオブジェクトは、印刷用紙の搬送に対応して状態が順次遷移するので、図11および図12に示すように、ここでは原因となるエンティティオブジェクトの状態遷移をトリガとして結果のエンティティオブジェクトの状態を遷移させるイベント発生オブジェクトを生成し、これを対応するエンティティオブジェクトにリンクさせる。

【0061】つぎに、モデルシミュレート装置101の各部を以下に順次説明する。まず、前記モデル記憶部26は、前記モデルDB21、22から前記モデル31、32を読み出し、前記RAM5のワークエリアにより一時記憶する。前記実行エンジン部27は、前記モデル31、32の対応するエンティティオブジェクトの両方に所定のイベントを入力し、相互に対応した状態遷移を同期して発生させる。前記ユーザI/F部28は、イベント入力に対応した前記システム分析モデル31の挙動を、前記ディスプレイ13の表示によりデータ出力し、各種データの入力操作を前記キーボード12等により受け付ける。

【0062】より詳細には、前記環境模擬モデル32は、前述のように自身と前記システム分析モデル31との対応するエンティティオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベント発生オブジェクトを有しているので、前記実行エンジン部27は、前記環境模擬モデル32の特定のイベント発生オブジェクトが発生するイベントを前記モデル31、32の所定のエンティティオブジェクトに入力することにより、このエンティティオブジェクトを所定の状態に遷移させる。

【0063】つまり、前記モデル31、32は、前述のように実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するエンティティオブジェクトを有しており、このエンティティオブジェクトの状態を、実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングで遷移させるイベント発

生オブジェクトを、前記環境模擬モデル32は有している。また、前記モデル31、32は、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移するエンティティオブジェクトも有しており、このエンティティオブジェクトの状態を、前記キーボード12等の入力操作に対応して遷移させるイベント発生オブジェクトも、前記環境模擬モデル32は有している。さらに、前記モデル31、32は、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のエンティティオブジェクトも有しており、これらのエンティティオブジェクトに状態遷移を順次発生させるイベント発生オブジェクトも、前記環境模擬モデル32は有している。

【0064】そこで、前記実行エンジン部27は、上述のような前記環境模擬モデル32のイベント発生オブジェクトが発生するイベントを前記モデル31、32のエンティティオブジェクトに入力することにより、前記モデル31、32の両方のエンティティオブジェクトを所定の状態に同期して遷移させる。なお、このように一つのイベントを二つのオブジェクトに同期して入力することは、例えば、イベントを一方のオブジェクトに入力して他方のオブジェクトまで伝播させることでも可能である。

【0065】前記RAM5の所定のプログラムを前記CPU2が読み取って対応する動作を実行することにより、前記実行エンジン部27には、図5に示すように、オブジェクトDB41、インスタンスDB42、アクション選択器43、インターブリタ44、イベント生成器45、イベント保持部46、ディスパッチャ47、同期管理器48、等の機能が設けられている。

【0066】前記オブジェクトDB41は、前記モデル31、32のオブジェクトモデル（クラス情報）と状態遷移モデルとプロセスモデル（擬似コードによるアクション記述）に関する情報を、前記RAM5のワークエリアにより一時記憶する。前記インスタンスDB42は、前記モデル31、32に基づいたシミュレートの実行時に生成されるインスタンスを、前記RAM5のワークエリアにより一時記憶する。

【0067】前記アクション選択器43は、前記インスタンスDB42に保管されている現在のインスタンスの状態等に対応して、前記オブジェクトDB43に格納されているアクションの擬似コードを前記インターブリタ44に伝送する。このインターブリタ44は、入力されるアクションの擬似コードを解釈して各種のイベントを生成し、このイベントを種類に対応して前記イベント保持部46や前記イベント生成器45に格納する。

【0068】このとき、前記インターブリタ44は、前記インスタンスDB42に保管されているインスタンスの状態の調査や属性値の参照および変更のイベントも発生し、このようなイベントが発生した場合には対応するデータ処理を即座に実行する。つまり、前記インスタン

スDB42に保管されるインスタンスは、自身の属性値を保持しており、イベントの種類により前記オブジェクトDB43に保管されている定義情報に基づいて生成されたり、新規の状態に遷移されたり、消去されたりする。

【0069】前記イベント生成器45は、前述した故障等のイベントを統計的情報に基づいたタイミングで発生させるイベントが設定され、設定されたイベントのタイミングを前記イベント保持部46に通達する。このイベント保持部46は、前記インターブリタ44に設定されるイベントを前記RAM5のワークエリアにより一時記憶し、このイベントを前記イベント生成器45から通達されるタイミング等に対応して FIFO(First In First Out)方式で出力する。

【0070】前記ディスパッチャ47は、前記イベント保持部46から入力されるイベントを送信するインスタンスを前記オブジェクトDB41の定義情報に基づいて判定し、前記インスタンスDB42に保管されているインスタンスの状態をイベントに対応して遷移させたり、新規のインスタンスを生成して前記インスタンスDB42に格納したりする。

【0071】前記同期管理器48は、前記ディスパッチャ47から入力されるイベントに対応して、前記モデル31、32の対応するエンティティオブジェクトの状態遷移を同期させる。つまり、発生されたイベントが前記モデル31、32の対応するエンティティオブジェクトの一方のみに入力される場合、同期イベントを発生して他方のエンティティオブジェクトに入力し、これらのエンティティオブジェクトの状態を一致させる。

【0072】上述のような構造の実行エンジン部27には、各種の動作条件が設定されている。つまり、イベント入力から状態遷移の完了までのアクションは、ある時間に一つだけ実行され、実行中のアクションが完了するまでは次のイベントの発生を受け付けない。発生したイベントを所定のオブジェクトのインスタンスに入力した結果、状態遷移が発生しないことを許容する。競合するイベントや記憶すべきイベントが発生した場合には、そのイベントを状態かインスタンスにより記憶する。

【0073】アクション中に別のインスタンスの生成や状態遷移のイベントが発生しても、そのイベントはイベント保持部46で管理されるので、アクションの制御がインスタンスに送信されるまで時間差が発生するが、これも許容する。統計的なイベントが所定タイミングで発生するとイベント保持部46の先頭に割り込まれるが、実行中のアクションは中断されることなく最後まで実行されるので、アクションの発生まで時間差が発生するが、これも許容する。

【0074】上述したモデル作成装置100およびモデルシミュレート装置101の各種手段は、必要により前記キーボード12や前記スピーカ15等のハードウェア

を利用するが、その主体は前記RAM5等に記録されたソフトウェアに対応して前記CPU2が動作することにより実現されている。つまり、前記RAM5には、前記モデル作成装置100とモデルシミュレート装置101とのソフトウェアが記録されており、これらのソフトウェアは動作モードの切り換えにより前記CPU2に選択的に読み取られる。

【0075】本実施の形態のモデル作成装置100を実現するためのソフトウェアは、前記CPU2を前記各部10/23～25として機能させるためのプログラムからなる。このプログラムは、前述のように前記CD-ROM9等に予め記録されており、前記HDD6にインストールされてから前記RAM5に複写され、前記CPU2に読み取られる。

【0076】前記分析モデル編集部23のプログラムは、前記システム分析モデル31を作成するユーザの作業を支援する各種データを前記ディスプレイ13に表示出力させること、ユーザが前記キーボード12に入力操作する各種データを受け付けて前記システム分析モデル20/31を生成すること、前記RAM5のワークエリアに前記システムモデルDB21を確保すること、このシステムモデルDB21に上述のように生成された前記システム分析モデル31を格納すること、等を前記CPU2を実行させるよう記述されている。

【0077】前記模擬モデル生成部24のプログラムは、前記システムモデルDB21から前記システム分析モデル31を読み出すこと、その仮想デバイス層の全部のオブジェクトを抽出すること、そのサブクラスを各自定義して前記環境模擬モデル32の仮想デバイス層のオブジェクトを生成すること、前記RAM5のワークエリアに前記環境モデルDB22を確保すること、この環境モデルDB22に上述のように部分的に生成された前記環境模擬モデル32を格納すること、等を前記CPU2を実行させるよう記述されている。

【0078】前記模擬モデル編集部25のプログラムは、前記モデルDB21、22から前記モデル31、32を読み出すこと、前記システム分析モデル31のアクター層とエージェント層との全部のオブジェクトを抽出して属性の情報をともに前記ディスプレイ13に表示出力させること、ユーザが前記キーボード12に入力操作する各種データに対応して表示中のオブジェクトから前記環境模擬モデル32にオブジェクトを生成すること、等を前記CPU2を実行させるよう記述されている。

【0079】さらに、前記模擬モデル編集部25のプログラムには、前記RAM5のワークエリアに前記実機情報DBを確保すること、この実機情報DBに前記FD7や前記通信1/F14等から外部入力される実機の各種データを設定すること、前記システム分析モデル31のオブジェクトの実体に関連する記憶データを前記実機情報50/DBから検出して前記ディスプレイ13に表示出力さ

ること、この表示データに対する前記キーボード12の入力操作に対応して前記環境模擬モデル32にオブジェクトを生成すること、等を前記CPU2を実行させることも記述されている。

【0080】本実施の形態のモデルシミュレート装置101を実現するためのソフトウェアは、上述のように前記モデル作成装置100により作成された前記モデル31、32のソフトウェアと、前記CPU2を前記各部26～28として機能させるためのプログラムからなる。

【0081】より詳細には、前記ユーザI/F部28のプログラムは、モデルシミュレートの作業を支援する各種データを前記ディスプレイ13に表示出力させること、ユーザが前記キーボード12に入力操作するモデルシミュレートの各種データを受け付けること、等を前記CPU2を実行させるよう記述されている。前記モデル記憶部26のプログラムは、前記モデルDB21、22から前記モデル31、32を読み出して前記RAM5のワークエリアに格納すること、等を前記CPU2を実行させるよう記述されている。

【0082】前記実行エンジン部27のプログラムは、前記モデル記憶部26に保持された前記モデル31、32の対応するエンティティオブジェクトの両方に所定のイベントを入力し、相互に対応した状態遷移を同期して発生させること、等を前記CPU2を実行させるよう記述されている。これに対応して、前記ユーザI/F部28のデータ表示のプログラムには、イベント入力に対応した前記システム分析モデル31の挙動を前記ディスプレイ13の表示によりデータ出力すること、を前記CPU2に実行させるよう記述されている。

【0083】なお、上述のように前記モデル31、32の対応するエンティティオブジェクトにイベントを入力して状態を遷移させる前記実行エンジン部27のプログラムは、前述のように前記環境模擬モデル32の特定のイベント発生オブジェクトにイベントを発生させること、このイベントを前記モデル31、32の所定のエンティティオブジェクトに入力すること、を前記CPU2に実行させるよう記述されている。このような前記実行エンジン部27のプログラムは、前記オブジェクトDB41、前記インスタンスDB42、前記アクション選択器43、前記インターリタ44、前記イベント生成器45、前記イベント保持部46、前記ディスパッチャ47、前記同期管理器48、等に個々に対応したプログラムにより構築されている。

【0084】このような構成において、本実施の形態のコンピュータシステム1は、モード切換によりモデル作成装置100およびモデルシミュレート装置101として機能する。ある実機のソフトウェアの挙動を確認したいような場合、まず、ユーザはコンピュータシステム1をモデル作成装置100として動作させ、二つのモデル31、32を作成する。

【0085】この場合、モデル作成装置100は、システム分析モデル31を作成するユーザの作業の支援、完成したシステム分析モデル31に基づいた環境模擬モデル32の一部の自動的な作成、一部が自動的に作成された環境模擬モデル32を完成させるユーザの作業の支援、等を順番に実行することになる。

【0086】より詳細には、ユーザは分析対象の実機のソフトウェアを直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析してモデル化することになり、このようにシステム分析モデル31を作成するユーザの作業をモデル作成装置100がモデル編集部23の処理動作により支援する。このように作成されるシステム分析モデル31は、図4に示すように、アクター層とエージェント層と仮想デバイス層とを有する三層構造に形成され、モデル編集部23によりシステムモデルDB21に格納される。

【0087】つぎに、モデル作成装置100の模擬モデル生成部24は、例えば、キーボード12の所定の入力操作をトリガとして、システムモデルDB21からシステム分析モデル31を取り込んで環境模擬モデル32の一部を自動的に生成する。つまり、前述のようにシステム分析モデル31の仮想デバイス層のオブジェクトは全部が実体に対応したエンティティオブジェクトなので、そのサブクラスのオブジェクトが生成されて環境模擬モデル32の仮想デバイス層に設定される。

【0088】つぎに、モデル作成装置100の模擬モデル編集部25は、上述のように部分的に作成された環境模擬モデル32をディスプレイ13に表示出力するので、これを視認したユーザは模擬モデル編集部25に支援せながら環境模擬モデル32を完成させることになる。まず、システム分析モデル31のエンティティオブジェクトは、アクター層やエージェント層にも存在する可能性が高く、オブジェクトがエンティティで有るか無いかは、ユーザなら属性の情報により判別できる。

【0089】そこで、模擬モデル編集部25は、システム分析モデル31のアクター層とエージェント層との全部のオブジェクトを抽出して属性の情報とともにディスプレイ13に表示出力させ、ユーザがキーボード12の入力操作により特定のオブジェクトを選択すると、これに対応して環境模擬モデル32にサブクラスのオブジェクトを生成する。

【0090】また、模擬モデル編集部25は、実機の各種データを関連させて記憶した実機情報DBを有するので、ここからシステム分析モデル31のオブジェクトの実体に関連する記憶データを検出してディスプレイ13に表示出力させ、この表示データに対するキーボード12の入力操作に対応して環境模擬モデル32にオブジェクトを生成する。さらに、このように環境模擬モデル32のオブジェクトが生成されると、これに関連した記録データが実機情報DBから再度検出され、上述した動作

が繰り返されるので、図6に示すように、環境模擬モデル3-2にはn次までエンティティオブジェクトが順次生成される。

【0091】上述のように環境模擬モデル3-2のエンティティオブジェクトの生成が完成すると、これにリンクさせるイベント発生オブジェクトを生成することになる。この生成の作業もユーザが実行することになり、この作業を模擬モデル編集部2-5は支援する。このように生成されるイベント発生オブジェクトは、ここでは、統計的、操作的、連鎖的、な特性に設定される。なお、このような各種のイベント発生オブジェクトの生成は、実際に各種の順序で実行することができる。

【0092】まず、駆動モータ等の実体に対応したモデル3-1、3-2のエンティティオブジェクトには、故障等の統計的な事象が遷移できる状態として設定されているので、このような状態にエンティティオブジェクトを遷移させる統計的なイベントを発生するイベント発生オブジェクトを環境模擬モデル3-2に生成する。

【0093】このイベント発生オブジェクトは、図7に示すように、対応するエンティティオブジェクトにリンクされ、図8に示すように、実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングでイベントを発生するよう設定される。つまり、このイベント発生オブジェクトは、オブジェクトモデルと状態遷移モデルにより定義され、統計的確率分布モデルと統計的パラメータとが設定される。イベントの発生タイミングはタイムにセットされ、このタイムもイベント発生オブジェクトにリンクされる。

【0094】上述のように統計的なイベント発生オブジェクトの生成が完了すると、つぎに、操作的なイベント発生オブジェクトの生成が実行される。つまり、ドア等の実体に対応したモデル3-1、3-2のエンティティオブジェクトには、開放等の操作的な事象が遷移できる状態として設定されているので、このように状態を遷移させるイベントを発生するイベント発生オブジェクトを生成する。

【0095】このイベント発生オブジェクトは、図9に示すように、対応するエンティティオブジェクトとモデルシミュレート装置1-0-1のユーザ1/F部2-8とにリンクされ、図10に示すように、ユーザ1/F部2-8の所定の入力操作に対応してイベントを発生するよう設定される。

【0096】最後に、連鎖的なイベント発生オブジェクトを生成する。例えば、印刷用紙の搬送に関連した複数のエンティティオブジェクトには、印刷用紙の搬送に対応して順次遷移する状態が設定されているので、これらのエンティティオブジェクトの状態を順次連鎖させて遷移させるイベントを発生するイベント発生オブジェクトを生成する。

【0097】このイベント発生オブジェクトは、図11

に示すように、連鎖する動作の原因と結果とのエンティティオブジェクトに介在させることになり、図12に示すように、原因のエンティティオブジェクトの状態遷移をトリガとして結果のエンティティオブジェクトの状態を遷移させるイベントを発生するよう設定される。

【0098】上述のように各種のイベント発生オブジェクトが設定されて環境模擬モデル3-2の作成が完了すると、この環境模擬モデル3-2は環境モデルDB2-2に保管される。このようにしてモデル作成装置1-0-0による

10 モデル3-1、3-2の作成作業が終了すると、モデルシミュレート装置1-0-1によるシステム分析モデル3-1のシミュレート作業を実行できることになる。

【0099】その場合、モデルシミュレート装置1-0-1のユーザ1/F部2-8は、モデル3-1、3-2の各種データをディスプレイ1-3に表示出力させ、キーボード1-3により入力操作されるシミュレート作業の各種データを受け付ける。例えば、シミュレート作業の開始が入力操作されると、モデル記憶部2-6がモデルDB2-1、2-2からモデル3-1、3-2を読み出して一時記憶する。

20 【0100】つぎに、実行エンジン部2-7は、実機でのソフトウェアの動作をシステム分析モデル3-1にシミュレートさせ、実機でのソフトウェアの外部環境を環境模擬モデル3-2にシミュレートさせる。このとき、環境模擬モデル3-2のイベント発生オブジェクトは各種のイベントを様々な条件に対応して発生し、このイベントによりモデル3-1、3-2の対応するエンティティオブジェクトの状態が遷移する。このイベント入力に対応したシステム分析モデル3-1の挙動がユーザ1/F部2-8によりディスプレイ1-3に表示出力されるので、ユーザは実機のソフトウェアの各種の挙動を外部環境と関連させて観察することができる。

【0101】例えば、モデル3-1、3-2の時間は同期して進行されるので、環境模擬モデル3-2の統計的なイベント発生オブジェクトは、所定のタイミングで統計的なイベントを発生する。このイベントはモデル3-1、3-2の対応するエンティティオブジェクトに入力されて状態を遷移させるので、システム分析モデル3-1は実機に故障等の統計的事象が発生した場合のソフトウェアの挙動をシミュレートすることになる。

40 【0102】また、ユーザ1/F部2-8には、システム分析モデル3-1に入力できる操作のメニューも表示されているので、これが入力操作されると環境模擬モデル3-2の対応するイベント発生オブジェクトが操作的なイベントを発生させる。このイベントもモデル3-1、3-2の対応するエンティティオブジェクトに入力されて状態を遷移させるので、システム分析モデル3-1は実機に誤操作等の操作的事象が発生した場合のソフトウェアの挙動をシミュレートすることになる。

【0103】さらに、システム分析モデル3-1の所定の50 エンティティオブジェクトが特定の状態に遷移すると、

これに対応して環境模擬モデル3-2の連鎖的なイベント発生オブジェクトがイベントを発生してモデル3-1、3-2の対応するエンティティオブジェクトに入力する。場合によっては、このエンティティオブジェクトの状態遷移に対応して次のイベント発生オブジェクトが連鎖的なイベントを発生し、このイベントにより次のエンティティオブジェクトの状態が遷移する。このような複数のオブジェクトの連続的な状態遷移により、システム分析モデル3-1は実機に連鎖した一連の動作が発生した場合のソフトウェアの挙動をシミュレートすることになる。

【0104】ここで、上述のような実行エンジン部2-7の処理動作を以下に詳述する。まず、発生したイベントはイベント保持部4-6に保持されるので、ディスパッチア4-7は保持されたイベントを順番に読み出す。このとき、イベントの種類が判定され、イベントがオブジェクトに送信される生成イベントの場合、オブジェクトDB4-1の定義情報に基づいてインスタンスが生成され、これが最初の遷移状態でインスタンスDB4-2に格納される。また、イベントがインスタンスに送信される遷移イベントの場合、オブジェクトDB4-1の定義情報に基づいてインスタンスDB4-2のインスタンスを指定された状態に遷移させる。

【0105】このとき、同期管理器4-8は、二つのモデル3-1、3-2の対応するエンティティオブジェクトを監視し、一方の状態が遷移しても他方の状態が遷移しない場合には、これを遷移させる同期イベントを生成して入力し、二つのモデル3-1、3-2の対応するエンティティオブジェクトの状態を同期させる。つまり、オブジェクトにイベントが入力されても状態が遷移しない場合もあり、例えば、故障の状態に遷移している駆動モータのオブジェクトは回転の状態には遷移できない。

【0106】つぎに、アクション選択器4-3は、インスタンスDB4-2の最後に遷移したインスタンスの状態を検出し、この状態に定義されているアクションの擬似コードをオブジェクトDB4-1から読み出してインターブリタ4-4に伝送する。このインターブリタ4-4は、入力されるアクションの擬似コードを解釈して各種のイベントを生成し、このイベントを種類に対応して各種の動作を実行する。つまり、インスタンスの生成や消滅のイベントの場合、または、インスタンスの状態遷移のイベントの場合、そのイベントをイベント保持部4-6に格納し、インスタンスのアクセスのイベントの場合、インスタンスの属性値の参照や更新を実行する。

【0107】上述したモデルシミュレート装置1-01は、実機のソフトウェアの外部環境を環境模擬モデル3-2によりシミュレートし、そこに発生する各種のイベントによりモデル3-1、3-2の対応するエンティティオブジェクトの状態を同期させて遷移させるので、システム分析モデル3-1の各種の挙動を観察することができる。このように観察される挙動は、実機で外部環境に実際に

発生する各種状況に対するソフトウェアの挙動を反映しているので、これを観察することによりソフトウェアの不具合等を検出することができる。

【0108】しかも、このようにシステム分析モデル3-1の状態を遷移させるイベントが環境模擬モデル3-2に設定されており、これらのモデル3-1、3-2は同期してシミュレートされるので、ソフトウェアの動作を外部環境と関連させてテストすることができる。つまり、実機のハードウェアを作成することなくソフトウェアをテストすることができるので、ソフトウェアとハードウェアとを並行に開発することが可能となり、実機の開発期間を大幅に短縮することができる。

【0109】なお、上述のように実機のソフトウェアをシミュレートする場合、イベントを単発的に発生させるよりも、所定のシナリオに従ってイベントを順次発生させることが好ましい。例えば、実機として複写機の給紙部を想定し、そのコントローラのプログラムをシミュレートするならば、湿った印刷用紙によるジャムの発生等をシナリオとして設定することが現実的である。このようなジャムは統計的な事象と考えることができ、このジャムにより用紙センサが検知エラーを発生することは連鎖的な事象と考えることができる。

【0110】つまり、環境模擬モデル3-2の印刷用紙のエンティティオブジェクトに統計的なイベント発生オブジェクトがジャムのイベントを入力すると、印刷用紙のエンティティオブジェクトの状態は搬送中からジャムに遷移する。この状態遷移をトリガとして連鎖的なイベント発生オブジェクトが検知エラーのイベントを用紙センサのエンティティオブジェクトに入力するので、この用紙センサのエンティティオブジェクトの状態は検索中からエラー検知に遷移する。

【0111】このような環境模擬モデル3-2のエンティティオブジェクトの状態遷移は、システム分析モデル3-1でも同期して発生されるので、ユーザは実機にジャムが発生した場合のソフトウェアの挙動をシステム分析モデル3-1によりシミュレートすることができる。また、このようなシミュレート作業の実行中に、所望のタイミングでドア開放等の操作的なイベントを発生させることもできるので、実機のハードウェアを要することなくソフトウェアの性能を良好にテストすることができる。

【0112】なお、上述のようなシナリオのシミュレーションにおけるモデル3-1、3-2の挙動を以下に順番に示す。

1. システム分析モデル3-1：搬送プロセスから通達されるイベントにより、駆動モータのエンティティオブジェクトの状態が停止から回転に遷移
2. 環境模擬モデル3-2：状態同期のイベントの発生により、駆動モータのエンティティオブジェクトの状態が停止から回転に遷移
3. 環境模擬モデル3-2：統計的なイベントの発生によ

り、駆動モータのエンティティオブジェクトの状態が回転から故障に遷移

4. 環境模擬モデル32：因果的なイベントの発生により、印刷用紙のエンティティオブジェクトの状態が搬送中からジャムに遷移

5. 環境模擬モデル32：印刷用紙から通達されるイベントにより、用紙センサのエンティティオブジェクトの状態が検査中からエラー検知に遷移

6. システム分析モデル31：状態同期のイベントの発生により、用紙センサのエンティティオブジェクトの状態が検査中からエラー検知に遷移

7. システム分析モデル31：用紙センサから通達されるイベントにより、シートアラームのオブジェクトの状態が異常無しからジャム検知に遷移

8. システム分析モデル31：シートアラームから通達されるイベントにより、印刷用紙のエンティティオブジェクトの状態が搬送中からジャムに遷移。

【0113】なお、本発明は上記形態に限定されるものではなく、各種の変形を許容する。例えば、本実施の形態では、モデル作成装置100とモデルシミュレート装置101とを一個のコンピュータシステム1に実現し、その動作モードを切り換えることにより各装置100、101を機能させることを例示したが、これらの装置100、101を相互に別体の装置として構築することも可能である。

【0114】また、本実施の形態では、RAM5等にソフトウェアとして記録されているプログラムに従ってCPU2がデータ処理を実行することにより、モデル作成装置100とモデルシミュレート装置101との各種手段が実現されることを例示した。しかし、このような各種手段の各々を固有のハードウェアとして製作することも可能であり、一部をソフトウェアとしてRAM5等に記録するとともに一部をハードウェアとして製作することも可能である。また、所定のソフトウェアが記録されたRAM5等や各部のハードウェアを、例えば、ファームウェアとして製作することも可能である。

【0115】また、本実施の形態では、ソフトウェアがCD-ROM9からHDD6にインストールされてRAM5に複写され、このRAM5からCPU2が読み取ることを例示したが、このようにソフトウェアをCPU2に提供する情報記憶媒体は、CPU2がアクセスできるものであれば良い。例えば、このようなソフトウェアをCD-ROM9等からCPU2に利用させることや、求めROM4に固定的に記録しておくことも可能であり、複数の情報記憶媒体に分散させておくことも可能である。

【0116】また、このようなモデル作成装置100とモデルシミュレート装置101との各種手段を実現するためのプログラムを、複数のソフトウェアの組み合わせにより実現することも可能であり、その場合、単体の製

品となる情報記憶媒体には必要最小限のソフトウェアのみを記録しておけば良い。例えば、オペレーティングシステムが実装されているコンピュータシステムに、CD-ROM9等の情報記憶媒体によりアプリケーションソフトを提供するような場合、モデル作成装置100とモデルシミュレート装置101との各種手段を実現するためのソフトウェアは、アプリケーションソフトとオペレーティングシステムとの組み合わせで実現されるので、オペレーティングシステムに依存する部分のソフトウェアはアプリケーションソフトの情報記憶媒体から省略することができる。

【0117】また、このように情報記憶媒体に記録したソフトウェアをコンピュータに供給する手法は、その情報記憶媒体をコンピュータに直接に装填することに限定されない。例えば、上述のようなソフトウェアをホストコンピュータの情報記憶媒体に記録し、このホストコンピュータを通信ネットワークにより端末コンピュータに接続し、ホストコンピュータからデータ通信により端末コンピュータにソフトウェアを供給することも可能である。

【0118】この場合、端末コンピュータが自身の情報記憶媒体にソフトウェアをダウンロードした状態でスタンダロンのデータ処理を実行することも可能であるが、ソフトウェアをダウンロードすることなくホストコンピュータとのリアルタイムのデータ通信によりデータ処理を実行することも可能である。この場合、ホストコンピュータと端末コンピュータとを通信ネットワークにより接続したシステム全体が、本発明のモデル作成装置100とモデルシミュレート装置101とに相当することとなる。

【0119】特に、本発明ではモデル作成装置100が作成するモデル31、32をモデルシミュレート装置101が利用するので、これらの装置100、101を別体に形成して通信ネットワークにより接続することは現実的である。さらに、この通信ネットワークにデータベースサーバを接続し、このデータベースサーバにモデル31、32等を保管せば、各装置100、101を効率的に利用することができる。

#### 【0120】

【発明の効果】請求項1記載の発明のモデルシミュレート装置は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルを記憶するシステム記憶手段と、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルを記憶する環境記憶手段と、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させるモデル駆動手段と、イベント入力に対応した少なくともシステム分析モデルの

挙動をデータ出力する結果出力手段とを有することにより、実機のソフトウェアに対応したシステム分析モデルとハードウェアに対応した環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの状態を同期して遷移させることができ、そのシステム分析モデルの挙動を観察することができるので、実機のハードウェアを要することなくソフトウェアをテストすることができ、実機の開発期間を短縮するようになることができる。

【0121】請求項2記載の発明のモデルシミュレート装置では、環境模擬モデルは、システム分析モデルの実体対応のオブジェクトを個々に継承したサブクラスのオブジェクトを有することにより、環境模擬モデルがシステム分析モデルと同一の実体に対応したオブジェクトを有することになり、環境模擬モデルがソフトウェアの外部環境を良好に反映する。

【0122】請求項3記載の発明のモデルシミュレート装置では、環境模擬モデルは、自身とシステム分析モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベントを発生するオブジェクトを有し、モデル駆動手段は、環境模擬モデルの特定のオブジェクトが発生するイベントをシステム分析モデルと環境模擬モデルとの所定のオブジェクトに入力することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとのオブジェクトの状態を同期して遷移させるイベントを環境模擬モデルのオブジェクトが発生するので、実機でソフトウェアの外部環境に発生する事態を環境模擬モデルに設定しておくことができ、各種の事象によるソフトウェアの挙動を現実的にシミュレートすることができる。

【0123】請求項4記載の発明のモデルシミュレート装置では、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングで発生するオブジェクトを、環境模擬モデルは有することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを、実機での統計的情報に基づいたタイミングで統計的に発生する状態に遷移させることができるので、実機での故障等の状況を現実的にシミュレートすることができる。

【0124】請求項5記載の発明のモデルシミュレート装置では、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントをデータ入力手段の入力操作に対応して発生するオブジェクトを、環境模擬モデルは有することにより、システム分析モデルと環

境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを、所望の入力操作により所定の入力操作が実行された状態に遷移させることができるので、実機での誤操作等の状況を現実的にシミュレートすることができる。

【0125】請求項6記載の発明のモデルシミュレート装置では、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のオブジェクトを有し、これらのオブジェクトに状態遷移を順次発生させるイベントを発生するオブジェクトを、環境模擬モデルは有することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを、実機での連鎖した一連の動作の状態に順次遷移させることができるので、実機での一連の動作が連鎖して発生した状況を現実的にシミュレートすることができる。

【0126】請求項7記載の発明のモデルシミュレート方法は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルとに対し、同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させ、イベント入力に対応した少なくともシステム分析モデルの挙動をデータ出力させるようにしたことにより、実機のソフトウェアに対応したシステム分析モデルとハードウェアに対応した環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの状態を同期して遷移させることができ、そのシステム分析モデルの挙動を観察することができるので、実機のハードウェアを要することなくソフトウェアをテストすることができ、実機の開発期間を短縮するようになることができる。

【0127】請求項8記載の発明のモデル作成装置は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルがデータ入力されるモデル入力手段と、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部をシステム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するモデル生成手段とを有することにより、実機のソフトウェアに対応したシステム分析モデルを作成して入力すれば、実機のハードウェアに対応した環境模擬モデルの少なくとも一部がシステム分析モデルに対応して自動的に生成されるので、システム分析モデルのシミュレートに有効な環境模擬モデルの作成の負担を軽減することができる。

【0128】請求項9記載の発明のモデル作成装置では、モデル生成手段は、システム分析モデルから実体対応のオブジェクトを抽出し、そのオブジェクトを個々に

31

継承したサブクラスのオブジェクトを環境模擬モデルに生成することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとに同一の実体に対応したオブジェクトが自動的に生成されるので、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0129】請求項10記載の発明のモデル作成装置では、システム分析モデルは、実機の全体的な意向や目的に対応した最上層と、実機の複数の実体に個々に対応した最下層と、最上層と最下層とを中間にする中間層とを有し、モデル生成手段は、システム分析モデルの少なくとも最下層の全部のオブジェクトを抽出することにより、システム分析モデルの一般的な三層構造に基づいて実体に対応したオブジェクトを確実に抽出することができ、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0130】請求項11記載の発明のモデル作成装置では、各種データを表示出力するデータ出力手段を設け、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、モデル生成手段は、システム分析モデルの最上層と中間層とのオブジェクトを表示出力させてから入力操作に対応して一部を抽出することにより、システム分析モデルの最上層と中間層から実体に対応したオブジェクトを抽出するユーザの作業を支援することができるので、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0131】請求項12記載の発明のモデル作成装置では、実機の各種データを関連させて記憶したデータ記憶手段を設け、各種データを表示出力するデータ出力手段を設け、各種データの入力操作を受け付けるデータ入力手段を設け、モデル生成手段は、システム分析モデルのオブジェクトの実体に関連する記憶データをデータ記憶手段から検出して表示出力させ、この表示データに対する入力操作に対応して環境模擬モデルにオブジェクトを生成することにより、実機のソフトウェアの外部環境を反映した環境模擬モデルを作成するユーザの作業を、既存の実機の各種データに基づいて支援することができるので、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0132】請求項13記載の発明のモデル作成装置では、モデル生成手段は、環境模擬モデルに生成したオブジェクトに関連する所定データを抽出して表示出力させてから入力操作に対応して環境模擬モデルにオブジェクトを生成することを繰り返すことにより、実機での各種データの関連に基づいて環境模擬モデルに順次関連したオブジェクトを設定することができるので、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0133】請求項14記載の発明のモデル作成装置では、モデル生成手段は、システム分析モデルと環境模擬

32

モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトを所定の状態に遷移させるイベントを発生するオブジェクトを所定条件に従って環境模擬モデルに生成することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとのオブジェクトの状態を同期して遷移させるイベントを環境模擬モデルのオブジェクトに設定することができるので、実機でソフトウェアの外部環境に発生する事態を環境模擬モデルに設定しておくことができ、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0134】請求項15記載の発明のモデル作成装置では、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機での故障等のランダムに発生する状態に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを実機での故障率等の統計的情報に基づいたタイミングで発生するオブジェクトを、モデル生成手段は環境模擬モデルに生成することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとのオブジェクトの状態を、実機での統計的情報に基づいたタイミングで統計的に発生する状態に遷移させるイベントを、環境模擬モデルのオブジェクトに設定することができるので、実機でソフトウェアの外部環境に発生する事態を環境模擬モデルに設定しておくことができ、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0135】請求項16記載の発明のモデル作成装置では、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機において所定の入力操作が実行された状態等に遷移するオブジェクトを有し、このオブジェクトに状態遷移を発生させるイベントを所定データの外部入力に対応して発生するオブジェクトを、モデル生成手段は環境模擬モデルに生成することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとのオブジェクトの状態を、所望の入力操作に対応して所定の入力操作が実行された状態に遷移させるイベントを、環境模擬モデルのオブジェクトに設定することができるので、実機でソフトウェアの外部環境に発生する事態を環境模擬モデルに設定しておくことができ、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0136】請求項17記載の発明のモデル作成装置では、システム分析モデルと環境模擬モデルとは、同一の実体に対応して所定の状態に遷移するオブジェクトとして、実機における連鎖した一連の動作の状態に順次遷移する複数のオブジェクトを行し、これらのオブジェクトに連鎖した状態遷移を順次発生させるイベントを発生するオブジェクトを、モデル生成手段は環境模擬モデルに生成することにより、システム分析モデルと環境模擬モデルとの複数のオブジェクトの状態を、連鎖した一連の

動作の状態に順次遷移させるイベントを、環境模擬モデルのオブジェクトに設定することができるので、実機でソフトウェアの外部環境に発生する事態を環境模擬モデルに設定しておくことができ、実機のソフトウェアの外部環境を良好に反映した環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0137】請求項18記載の発明のモデル作成方法は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析してシステム分析モデルを作成し、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部をシステム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するようにしたことにより、実機のソフトウェアに対応したシステム分析モデルに基づいて、実機のハードウェアに対応した環境模擬モデルの少なくとも一部を自動的に生成することができるので、システム分析モデルのシミュレートに有効な環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0138】請求項19記載の発明のモデル作成方法は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルを用意し、実機のソフトウェアの外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルの少なくとも一部をシステム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成するようにしたことにより、実機のソフトウェアに対応したシステム分析モデルに基づいて、実機のハードウェアに対応した環境模擬モデルの少なくとも一部を自動的に生成することができるので、システム分析モデルのシミュレートに有効な環境模擬モデルを容易に作成することができる。

【0139】請求項20記載の発明の情報記憶媒体は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルのソフトウェアと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルのソフトウェアと、システム分析モデルと環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させるためのプログラムと、イベント入力に対応した少なくともシステム分析モデルの挙動をデータ出力させるためのプログラムと、が記録されていることにより、このソフトウェアをコンピュータが読み取って対応する動作を実行すると、このコンピュータはモデルシミュレート装置として機能することができ、その場合、実機のソフトウェアに対応したシステム分析モデルとハードウェアに対応した環境模擬モデルとの同一の実体に対応したオブジェクトの状態を同期して遷移させることができ、そのシステム分析モデルの挙動を観察することができるので、実機のハードウェアを要することなくソフトウェアをテ

ストすることができ、実機の開発期間を短縮するようになることができる。

【0140】請求項21記載の発明の情報記憶媒体は、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルのソフトウェアと、実機のソフトウェアの外部環境となる少なくとも実体の部分がオブジェクト指向分析によりモデル化された環境模擬モデルのソフトウェアとに対し、同一の実体に対応した双方のオブジェクトの両方に所定のイベントを入力して相互に対応した状態遷移を同期して発生させること、イベント入力に対応した少なくとも前記システム分析モデルの挙動をデータ出力させること、をコンピュータに実行させるためのプログラムが記録されていることにより、このプログラムをコンピュータが読み取って対応する動作を実行すると、このコンピュータはモデルシミュレート装置として機能することができ、このようなモデルシミュレート装置にシステム分析モデルと環境模擬モデルとのソフトウェアを提供すれば、これらのモデルの同一の実体に対応したオブジェクトの状態を同期して遷移させることができ、そのシステム分析モデルの挙動を観察することができるので、実機のハードウェアを要することなくソフトウェアをテストすることができ、実機の開発期間を短縮するようになることができる。

【0141】請求項22記載の発明の情報記憶媒体は、実機の外部環境をオブジェクト指向分析によりモデル化した環境模擬モデルのソフトウェアの少なくとも一部を、実機のソフトウェアが直接に関連する実体の部分とともにオブジェクト指向分析によりモデル化されたシステム分析モデルの実体に対応したオブジェクトに基づいて生成することを、コンピュータに実行させるためのプログラムが記録されている。従って、このプログラムをコンピュータが読み取って対応する動作を実行すると、このコンピュータはモデル作成装置として機能することができ、このようなモデル作成装置にシステム分析モデルのソフトウェアを提供すれば、実機のハードウェアに対応した環境模擬モデルの少なくとも一部がシステム分析モデルに対応して自動的に生成されるので、システム分析モデルのシミュレートに有効な環境模擬モデルの作成の負担を軽減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のモデルシミュレート装置とモデル作成装置との論理的構造を示す模式図である。

【図2】モデルシミュレート装置とモデル作成装置とのハードウェアのコンピュータシステムの物理的構造を示す模式図である。

【図3】コンピュータシステムの外観を示す斜視図である。

【図4】システム分析モデルと環境模擬モデルとの論理的構造を示す模式図である。

【図5】モデル駆動手段である実行エンジン部の論理的構造を示す模式図である。

【図6】システム分析モデルに基づいて環境模擬モデルを作成する手順を示す模式図である。

【図7】統計的なイベントを発生するオブジェクトのオブジェクトモデルを示す模式図である。

【図8】統計的なイベントを発生するオブジェクトの状態モデルを示す模式図である。

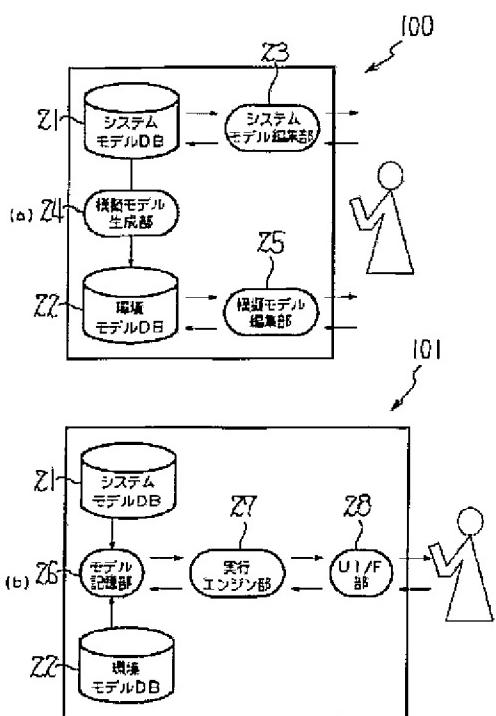
【図9】操作的なイベントを発生するオブジェクトのオブジェクトモデルを示す模式図である。

【図10】操作的なイベントを発生するオブジェクトの状態モデルを示す模式図である。

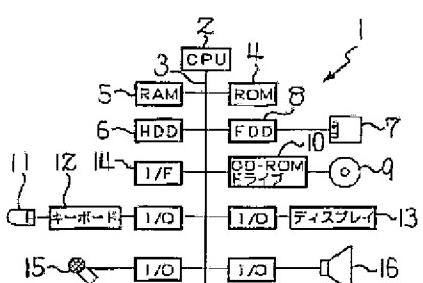
【図11】連鎖的なイベントを発生するオブジェクトのオブジェクトモデルを示す模式図である。

【図12】連鎖的なイベントを発生するオブジェクトの状態モデルを示す模式図である。

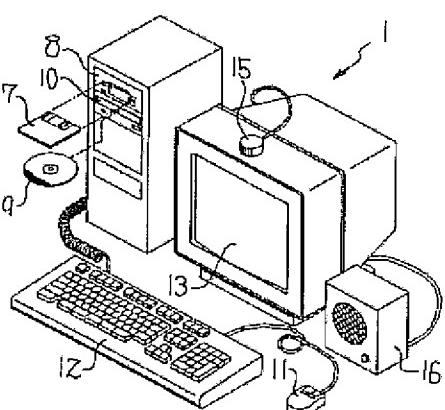
【図1】



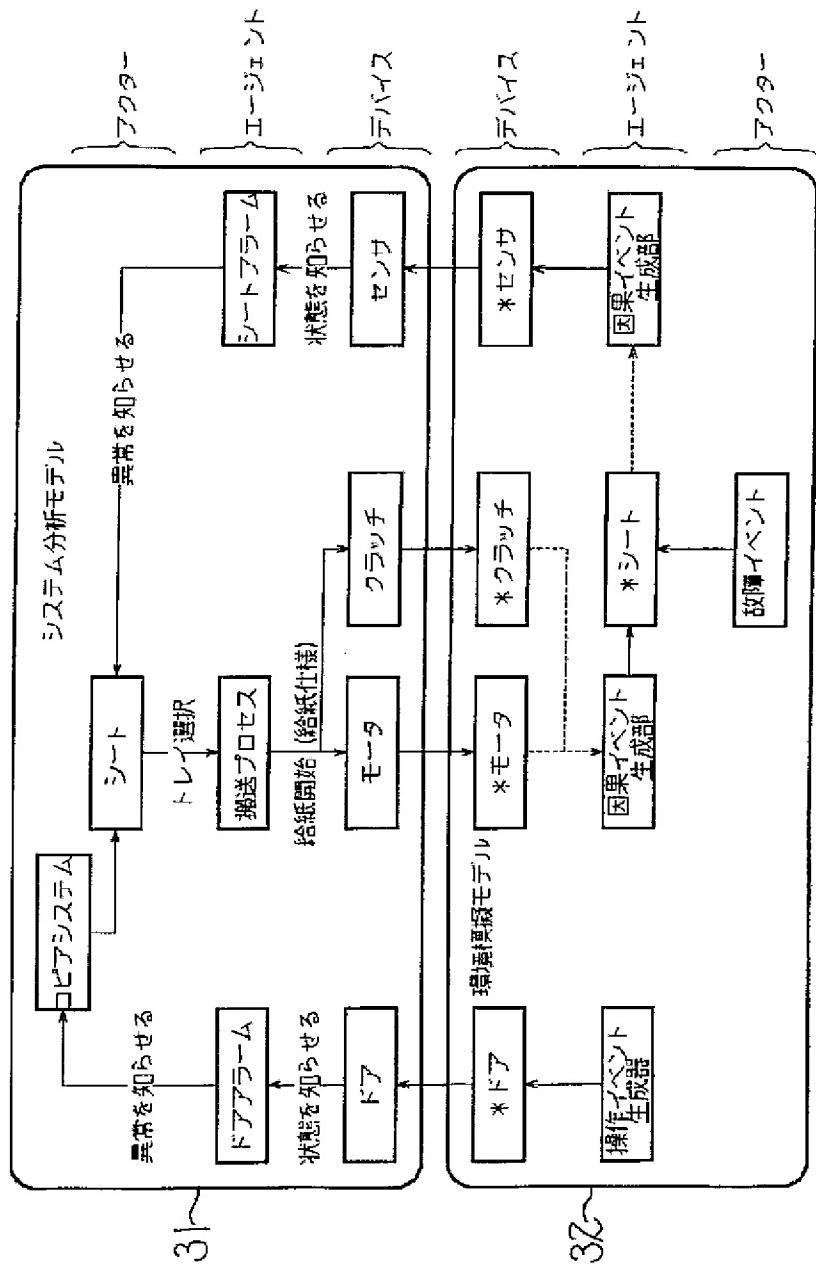
【図2】



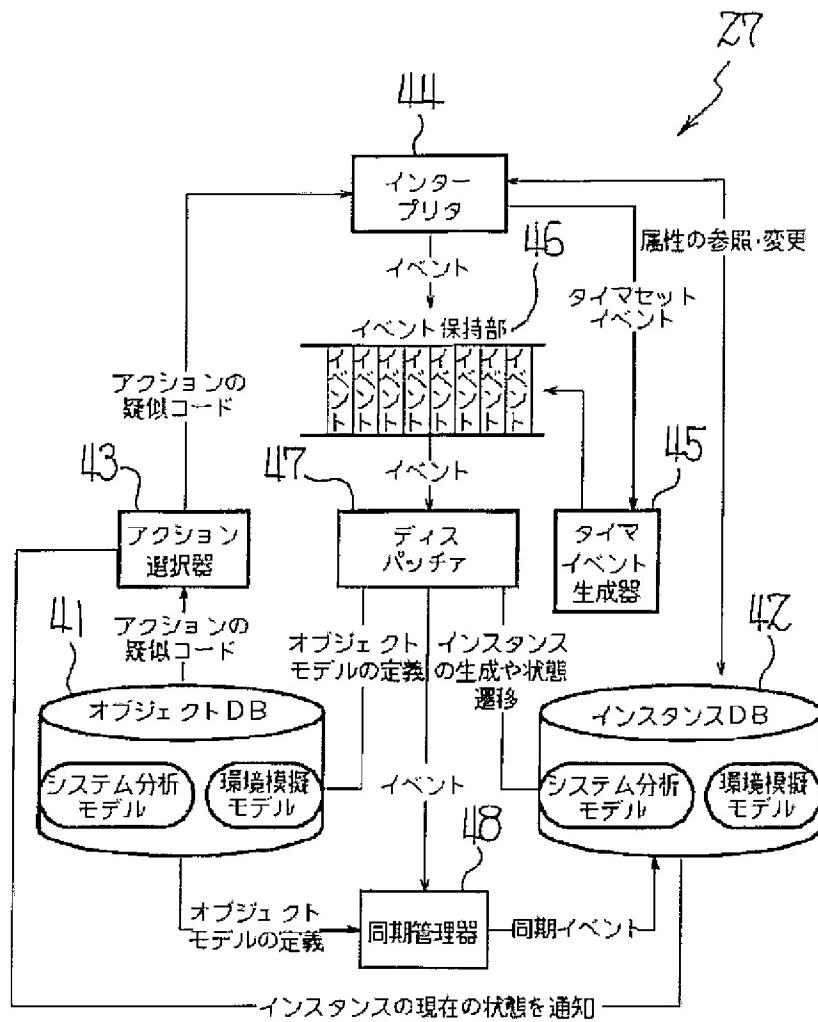
【図3】



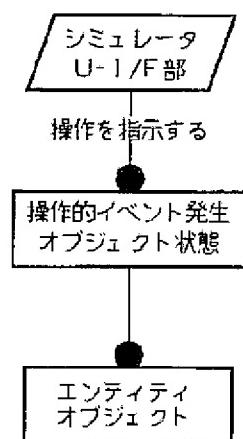
【図4】



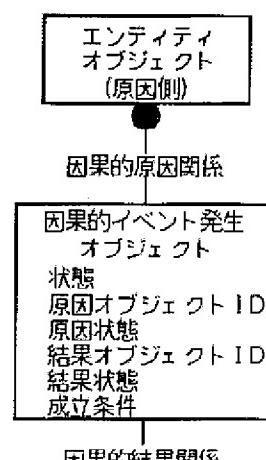
【図5】



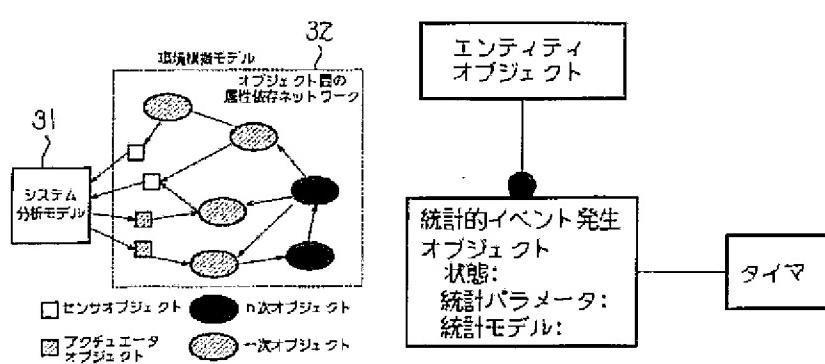
【図9】



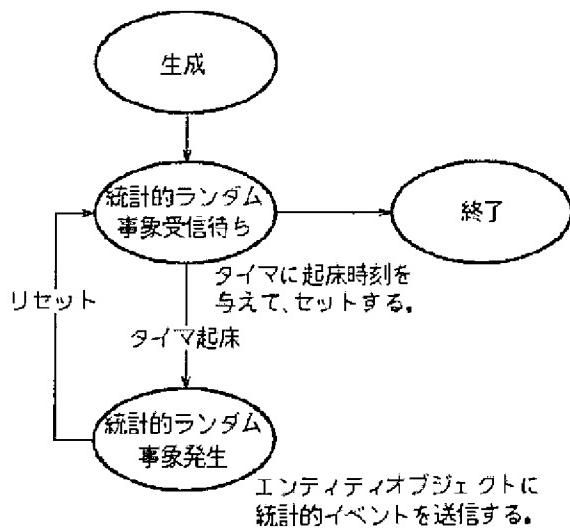
【図11】



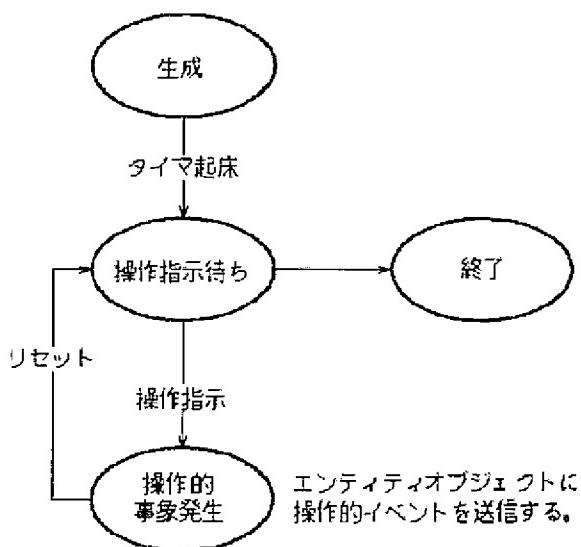
【図6】



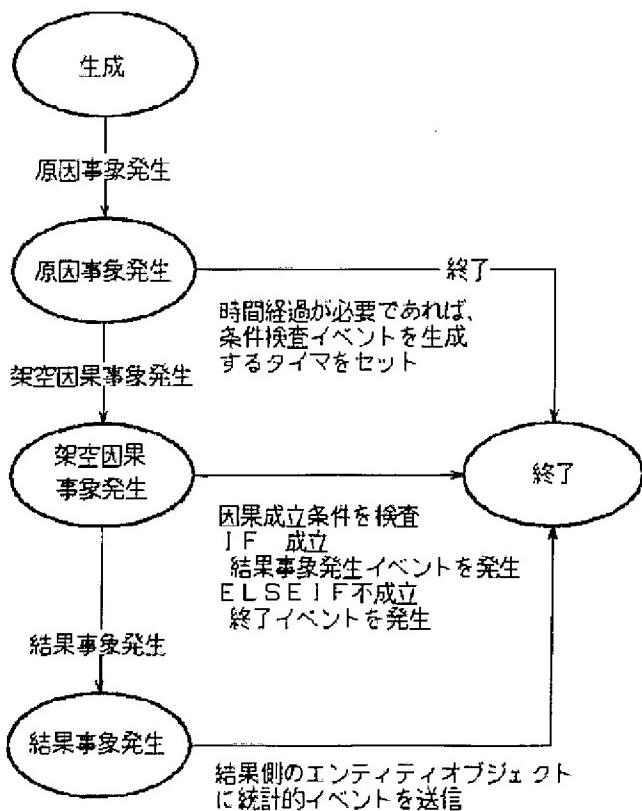
【図8】



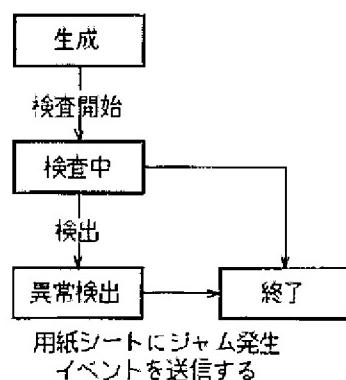
【図10】



【図12】



【図14】



【図13】

